



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 020 452 A1** 2005.12.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 020 452.7**

(22) Anmeldetag: **27.04.2004**

(43) Offenlegungstag: **01.12.2005**

(51) Int Cl.7: **B29C 67/00**
B22F 3/10, G03F 7/00

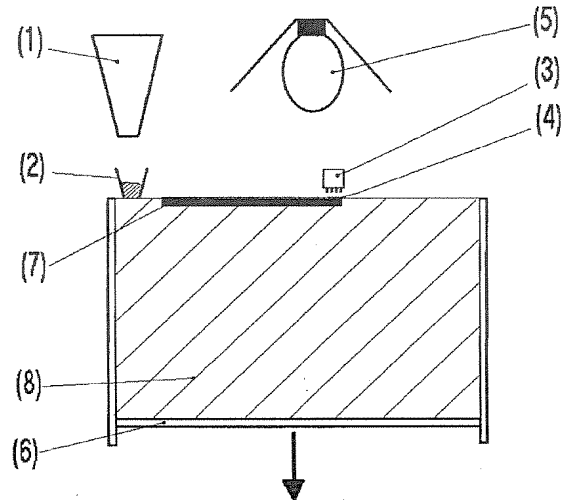
(71) Anmelder:
Degussa AG, 40474 Düsseldorf, DE

(72) Erfinder:
**Baumann, Franz-Erich, Dipl.-Chem. Dr., 48249
Dülmen, DE; Grebe, Maik, Dipl.-Ing., 44805
Bochum, DE; Monsheimer, Sylvia, Dipl.-Ing.,
45721 Haltern am See, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung von dreidimensionalen Objekten mittels elektromagnetischer Strahlung und Auftragen eines Absorbers per Inkjet-Verfahren**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden von Material zur Herstellung von dreidimensionalen Objekten mittels selektiver Erwärmung durch elektromagnetische Energie, welche entweder nicht kohärent und/oder nicht monochromatisch und/oder nicht gerichtet ist, mit einer Wellenlänge zwischen 100 nm und 1 mm. Dabei kann die Strahlung punkt- oder linienförmig abgegeben werden oder aber flächig. Es können auch mehrere Strahlungsquellen kombiniert werden, um die Schnelligkeit des Verfahrens zu erhöhen. Die Selektivität des Aufschmelzens wird durch das Aufbringen eines Absorbers auf bestimmte Teilbereiche einer Schicht aus einem pulverförmigen Substrat und anschließendes Erwärmen des Absorbers mittels elektromagnetischer Energie in einer Wellenlänge zwischen 100 nm und 1 mm erreicht. Der erwärmte Absorber gibt die in ihm vorhandene Energie an sein ihn umgebendes pulverförmiges Substrat ab, welches dadurch aufgeschmolzen wird und nach dem Abkühlen fest miteinander verbunden ist. Das Verfahren ist deutlich flexibler, preiswerter und schneller als herkömmliches Lasersintern.



Beispiel 1: Herstellung eines Plättchens aus einem Copolyamid mittels Halogenlampe

[0075] Ein 10 × 10 cm oben offener Kasten wurde mit einem Boden versehen, der über eine Spindel verfahrbar ist. Der Boden wurde bis auf einen halben Zentimeter an die obere Kante bewegt; der verbliebene Raum wurde mit Pulver gefüllt und mit einer Metallplatte glattgestrichen. In der beschriebenen Vorrichtung wurde ein Modell eines Plättchens mit den Maßen 3·20·1 mm³ aus einem Copolyamid -Pulver (VESTAMELT 170, Degussa AG, Marl) hergestellt. Als Absorber wurde eine auf KHP (Vestodur FP-LAS von Degussa) basierende Suspension verwendet, die 35 Massen-% destilliertes Wasser, 25 Massen-% KHP und 40 Massen-% Isopropanol aufwies. Die Vorrichtung hatte eine Betriebstemperatur von ca. 40 °C. Als Maske diente eine Metallplatte mit einer Aussparung von 3·20 mm, die über den Kasten gelegt wurde. Mit einem Pumpspray wurde die Suspension aufgesprüht. Dabei musste auf eine gleichmäßige Benetzung geachtet werden, sowie auf die Vermeidung von Tropfen. Danach wurde die Abdeckung entfernt. Pro Schicht wird die Halogenlampe mit 500 Watt Leistung mit einer Geschwindigkeit von 50 mm/sec einmal über das Pulverbett bewegt, und zwar im Abstand von 6 mm. Die Wellenlänge der Halogenlampe deckt einen großen Spektralbereich ab, mit Schwerpunkt in den Infrarot-Bereichen. Es handelt sich dabei um eine Osram Haloline Halogenlampe mit einer Länge von ca. 12 cm. Zur besseren Energieausbeute ist die Halogenlampe in eine Halterung eingesetzt, die mit einem Reflektor ausgestattet ist, der die Strahlung hauptsächlich in Richtung des Pulverbetts reflektiert. Nach einer Belichtung wurde die Plattform des Kastens um 0,3 mm abgesenkt und die vorherigen Vorgänge solange wiederholt, bis das Bauteil fertig war. Der D₅₀-Wert des Pulvers betrug 60 µm.

Beispiel 2: Herstellung eines Plättchens aus Polyamid 12 mittels Glühlampe

[0076] Ähnlich der schon beschriebenen Vorrichtung wird ein weiteres Plättchen mit den Maßen 3·20·1 mm³ aus einem Polyamid 12-Pulver (EOSINT P PA 2200, EOS GmbH Electro Optical Systems, Krailling, Deutschland) hergestellt. In diesem Fall wird mit keiner Maske sondern mit einem Druckkopf gearbeitet, der ähnlich dem Inkjetverfahren die Flüssigkeit aufträgt. Als Absorber kommt Iridin® LS 835 zum Einsatz. Die Flüssigkeit bestand zu 30 % aus Iridin, 59 % Isopropanol und 1 % Pril (Henkel). Die Vorrichtung hat eine Betriebstemperatur von ca. 160 °C. Die eingesetzte Osram Concentra Spot CONC R80 100W Reflektor Glühlampe hat einen Leistungspeak im nahen Infrarotbereich. Die Höhe, in der die Pulverschichten aufgetragen wurden, betrug 0,15 mm. Der Abstand zwischen Pulverbett und Lampe betrug 20 mm und die Einwirkzeit des Strahlers betrug pro Schicht ca. 30 Sekunden. Das verwendete

Pulver wies einen d₅₀-Wert von 55 µm auf.

Beispiel 3: Herstellung eines Zylinders aus Copolyamid mittels Halogenstrahler

[0077] In der aus Beispiel 2 bekannten Vorrichtung wird ein Zylinder mit einem Durchmesser von 22 mm und einer Höhe von 4 mm aus einem Copolyamid (VESTAMELT X1310) hergestellt. Sicopal®green und Sicopal®blue dienen hier als Absorber. Mit dem Inkjetverfahren wurden die beiden Absorber aufgetragen, so dass jeweils die Hälfte des Querschnitts mit dem blauen und die andere Hälfte mit dem grünen Pigment benetzt waren. Durch diese Vorgehensweise konnte ein zweifarbiges Bauteil gefertigt werden. Die Flüssigkeiten bestand zu 25 Gewichtsprozent aus den BASF Pigmenten Sicopal®green bzw. Sicopal®blue, 50 % Isopropanol, 24 % destilliertem Wasser und 1 % Glycerin. Als Energiequelle wurde eine 35 W Halogenlampe Sylvania Superia 50 eingesetzt. Der Abstand zwischen Pulverbett und Lampe betrug 20 mm und die Einwirkzeit des Strahlers betrug pro Schicht ca. 20 Sekunden. Die Pulverschichthöhe betrug 0,2 mm. Der D₅₀-Wert des Pulvers betrug 55 µm.

Beispiel 4: Herstellung eines Kegels aus Copolyamid mittels Xenon-Kurzbogenlampe

[0078] Der Durchmesser des herzustellenden Kegels betrug 25 mm und eine Höhe von 25 mm. Als Pulver diente VESTAMELT X1316. Mit dem Inkjetverfahren wurde die Flüssigkeit aufgetragen. Als Absorber wurde eine auf Ruß (PRINTEX alpha) basierende Suspension verwendet, die 40 Gewichtsprozent destilliertes Wasser, 30 % PRINTEX alpha und 30 % Isopropanol aufweist. Die Vorrichtung hat eine Betriebstemperatur von ca. 50 °C. Als Energiequelle wurde eine Osram XBO 700W/HS OFR Xenon-Kurzbogenlampe eingesetzt, die 20 mm über dem Pulverbett positioniert wurde. Die Einwirkzeit der Lampe pro Schicht betrug 10 Sekunden. Der D₅₀-Wert des Pulvers betrug 60 µm. Die Pulverschichthöhe betrug 0,15 mm.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines dreidimensionalen Objektes,
dadurch gekennzeichnet,
dass es die Schritte
 - a) Bereitstellen einer Schicht eines pulverförmigen Substrates
 - b) Temperieren des Bauraumes
 - c) Auftragen eines Absorbers in einer Suspension oder eines flüssigen Absorbers per Inkjet-Verfahren selektiv auf die zu versinternden Bereiche
 - d) Auftragen weiterer spezieller Flüssigkeiten oder Suspensionen
 - i) Selektives Aufschmelzen von Bereichen der Pulverschicht mittels Einbringung von elektromagnetischer Strahlung

scher Energie, mit einer Wellenlänge zwischen 100 nm und 1 mm, mittels Heizstrahler im IR-A und/oder IR-B-Bereich oder mit Lampen im sichtbaren oder IR-A und/oder IR-B-Bereich

e) Abkühlen der geschmolzenen und nicht aufgeschmolzenen Bereiche auf eine Temperatur, die eine zerstörungsfreie Entnahme der Formteile ermöglicht
f) Entnahme der Formteile umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zu Beginn einmal der Schritt e) durchgeführt wird, nachdem einmal Schritt a) bis d), anschließend Schritt b) und darauffolgend noch einmal Schritt a) durchgeführt worden ist und anschließend die weiteren Schritte in der Reihenfolge c), d), a), b) und e) durchgeführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass das eingesetzte pulverförmige Substrat eine mittlere Korngröße von 10 bis 150 µm aufweist.

4. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Heizstrahler im Nah- oder Mittelinfrarotbereich eingesetzt wird.

5. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Lampe im IR-Bereich oder im Bereich sichtbaren Lichts eingesetzt wird.

6. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Glühlampe eingesetzt wird.

7. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gasentladungslampe eingesetzt wird.

8. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Energiequelle punktförmig, länglich oder flächig ihre Strahlung abgibt.

9. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Absorber Farbmittel aufweist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Absorber Pigmente aufweist.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Absorber Farbstoffe aufweist.

12. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Absorber Ruß, KHP, Knochenkohle, Graphit, Kohlenstofffasern, Kreide oder Interferenzpigmente auf-

weist.

13. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Absorber neben Ruß, KHP, Knochenkohle, Graphit, Kohlenstofffasern, Kreide oder Interferenzpigmenten weitere Komponenten aufweist.

14. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Absorber Flammenschutzmittel basierend auf Phosphor oder Melamincyanurat aufweist.

15. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, der Absorber zusätzlich destilliertes Wasser, oder Alkohol oder Lösemittel aufweist.

16. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, der Absorber zusätzlich ein Tensid und/oder Netzmittel und/oder Biozid und/oder Feuchthaltemittel enthält.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche Anspruch 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass als pulverförmiges Substrat Polymere eingesetzt werden.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche Anspruch 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass als pulverförmiges Substrat Sand, Metall-, oder Keramikpartikel, welche mit einem polymeren Material ummantelt sind, eingesetzt werden.

19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Polymer ein Polymer oder Copolymer, vorzugsweise ausgewählt aus Polyester, Polyvinylchlorid, Polyacetal, Polypropylen, Polyethylen, Polystyrol, Polycarbonat, Polybutylenterephthalat, Polyethylenterephthalat, Polysulfon, Polyarylenether, Polyurethan, thermoplastische Elastomere, Polylactide, Polyoxyalkylene, Poly-(N-methylmethacrylimide) (PMMI), Polymethylmethacrylat (PMMA), Ionomer, Polyamid, Copolyester, Copolyamide, Silikonpolymere, Terpolymere, Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymere (ABS), Polyethersulfon, Polyarylsulfon, Polyphenylensulfid, Polyaryletherketon, Polyimid, Polytetrafluorethylen oder Gemische davon, eingesetzt werden.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass ein pulverförmiges Substrat eingesetzt wird, welches von 0,05 bis 5 Gew.-% einer Rieselhilfe aufweist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass ein pulverförmiges Substrat eingesetzt wird, das anorganische Füllkörper aufweist.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass als Füllkörper Glaskugeln eingesetzt werden.

23. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass ein pulverförmiges Substrat eingesetzt wird, das anorganische oder organische Pigmente aufweist.

24. Vorrichtung zur schichtweisen Herstellung von dreidimensionalen Objekten, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung

- eine bewegliche Vorrichtung zur schichtförmigen Auftragung eines pulverförmigen Substrates auf eine Arbeitsplattform oder auf eine gegebenenfalls schon auf der Arbeitsplattform vorhandene Schicht eines behandelten oder unbehandelten pulverförmigen Substrates (2),
- eine in der x,y-Ebene bewegliche Vorrichtung (3) zur Auftragung eines Absorber aufweisenden Materials (4) und evtl. weiteren Additiven auf ausgewählte Bereiche der Schicht aus pulverförmigem Substrat und
- eine Energiequelle (5) für elektromagnetische Strahlung, mit der Wellenlänge zwischen 100 nm und 1 mm, mittels Heizstrahler im IR-A und/oder IR-B-Bereich, oder Lampen im Bereich sichtbaren Lichts oder IR-A und/oder IR-B-Bereich aufweist.

25. Formkörper, hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 24.

26. Formkörper gemäß Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Formkörper Füllkörper, ausgewählt aus Glaskugel, Kieselsäuren oder Metallpartikeln oder Aluminiumpartikel aufweist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

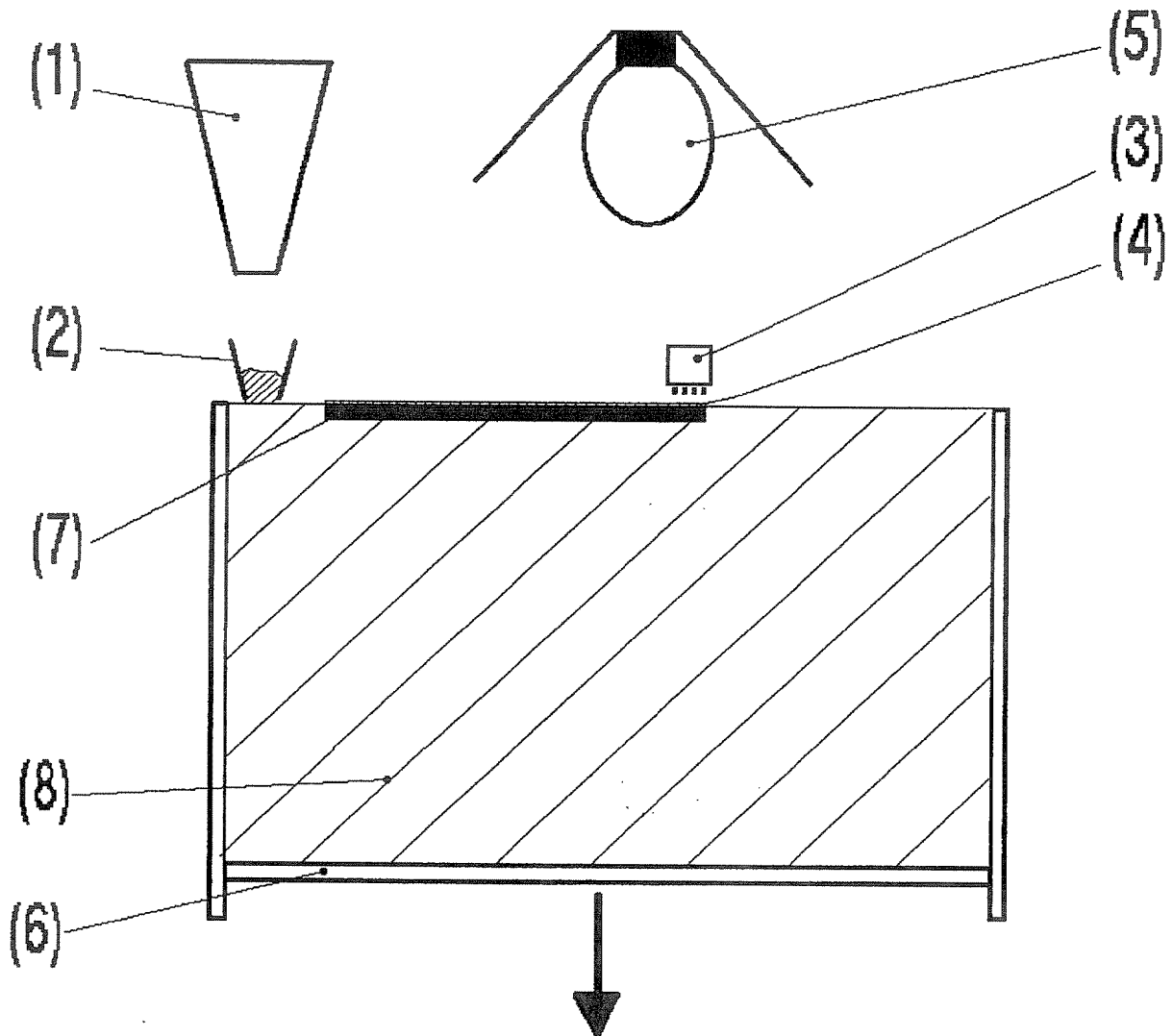


Fig. 1